

Autres recherches en énergie à l'EPFL

Prof Daniel Favrat

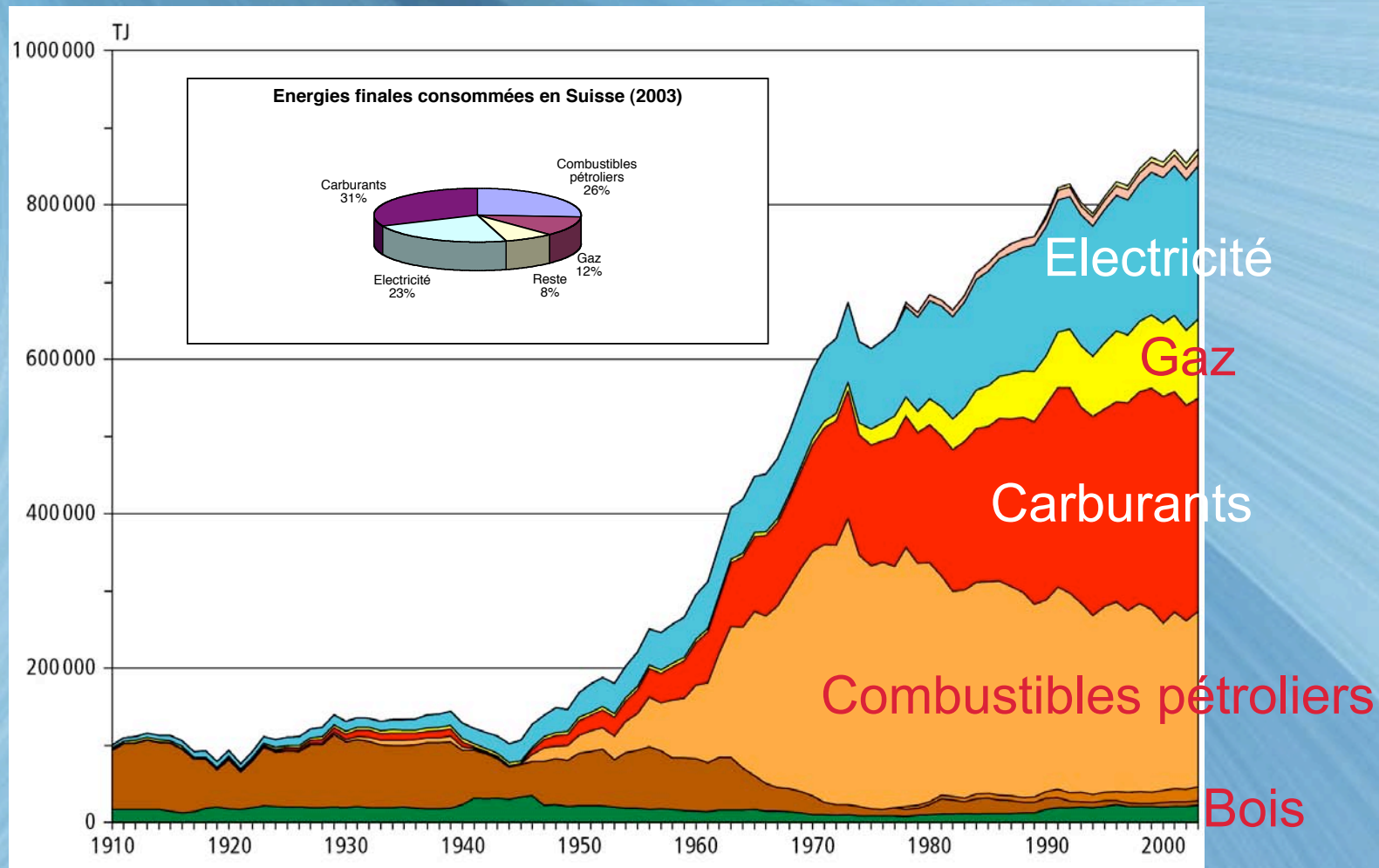
Directeur de l'Institut des
Sciences de l'énergie de la faculté
STI

Energie

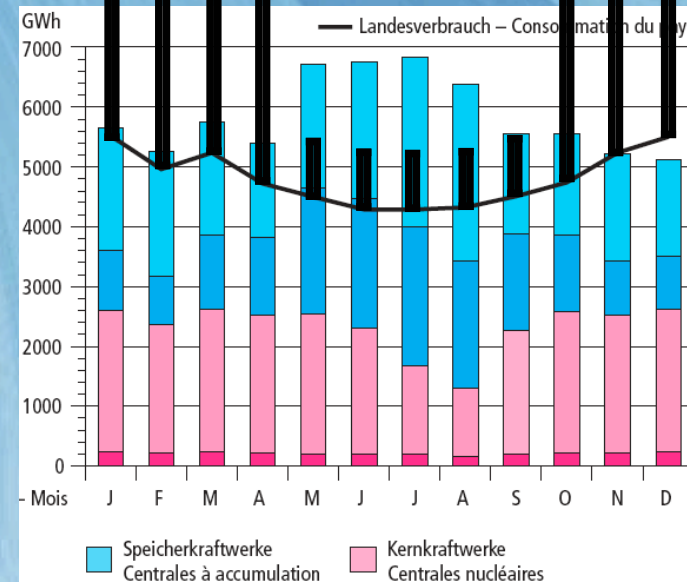
Principalement dans trois des cinq facultés

- ♦ Sciences et techniques de l'ingénieur (STI)
- ♦ Environnement naturel et construit (ENAC)
- ♦ Sciences de base (SB)

Evolution de la consommation d'énergie finale en Suisse



Offre et demande saisonnière d'électricité et de combustible en Suisse (2001)



Contribution au confort des habitations

LESO-PB RTD Evolution

**Unités solaires
Passives & Actives**



**“Los Alamos Type”
Test Cells (1975)**



**Bâtiment solaire
Expérimental
LESO (1982)**



**Rénovation durable
Façade Sud (1999)**

LESO-PB RTD Topics

**ADVANCED
DAYLIGHTING
SYSTEMS**

**BIOMIMETIC
BUILDING
TECHNOLOGY**

**RENEWABLE ENERGY TECHNOLOGY
IN THE URBAN ENVIRONMENT**

**BUILDING
REFURBISHMENT
STRATEGIES**

**INDOOR
ENVIRONMENT
QUALITY & HEALTH**

**ECO-ENERGETICS & SUSTAINABLE
DEVELOPMENT**



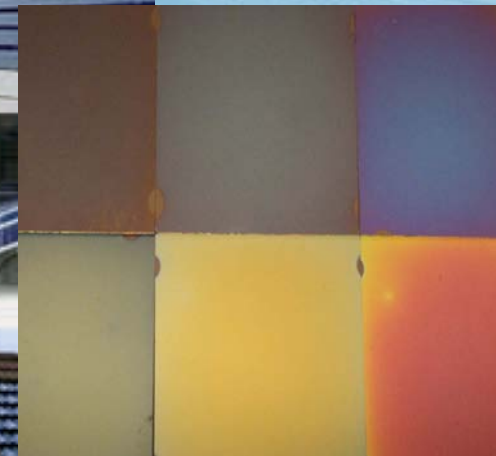
LESO-PB RTD Trends



Solar Urban



DEMOSITE



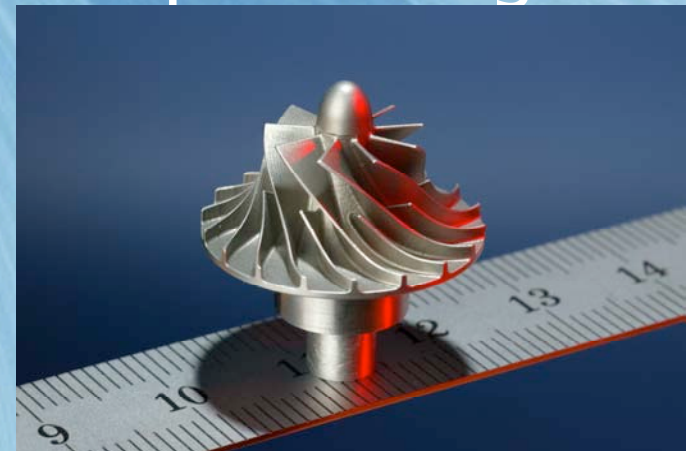
Nano Solar

LESO-PB/EPFL, 2005.

IMPORTANCE DES POMPES à CHALEUR ELECTRIQUES (ISE-LENI)

- ♦ Collaboration avec EDF, Copeland, SATAG au développement d'une pac haute température performante (-12/+65)
- ♦ Future pac biétagée avec entraînement électrique à haute vitesse
- ♦ Systèmes de chauffage urbain à pac et cogen

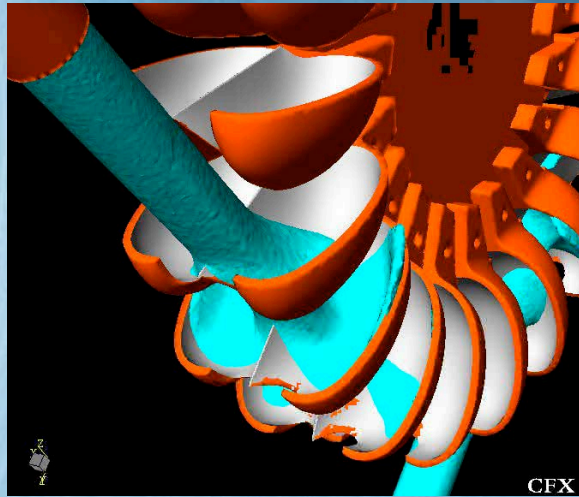
Exemple: roue qui sera
entraînée avec un
moteur électrique de
6kW à 240000 tpm



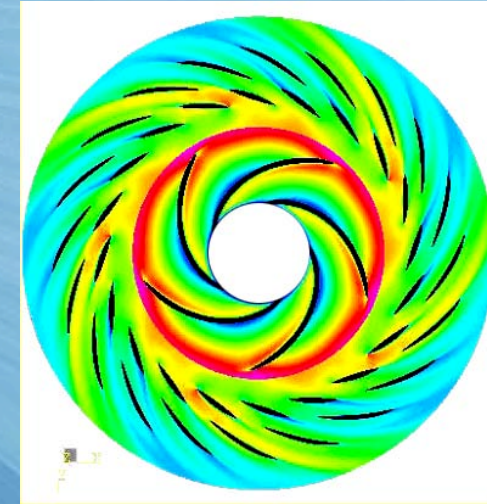
Contribution à la production
d'électricité, à la
cogénération et à la
conversion d'énergies
renouvelables (hydro,
solaire, biomasse)

Hydraulique y compris stockage par pompage-turbinage ISE-LMH-LME

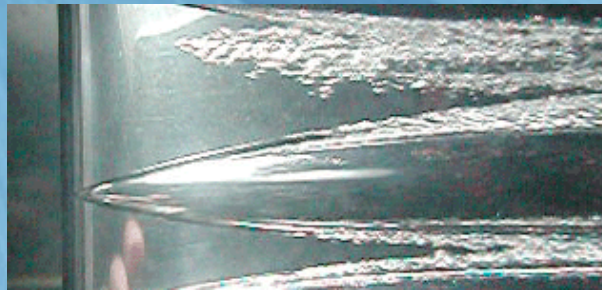
Free Surface Flow



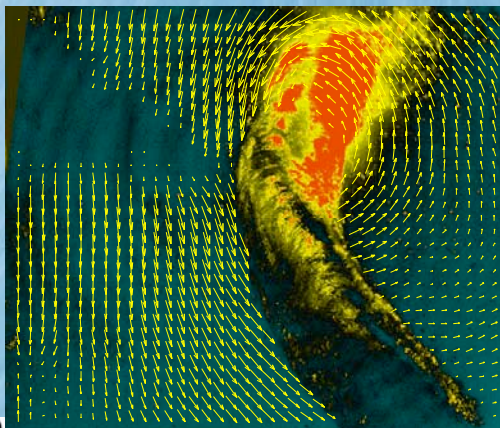
Turbomachine Flow Analysis



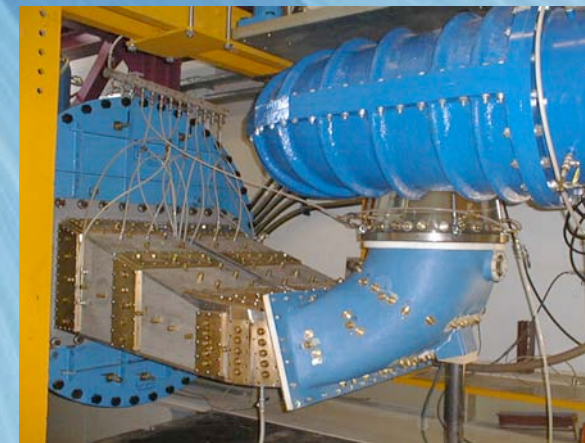
Cavitation



Dynamic Behavior Modeling

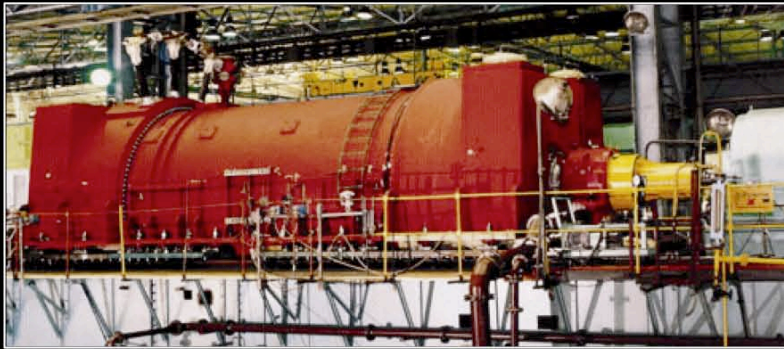


Validation Tests

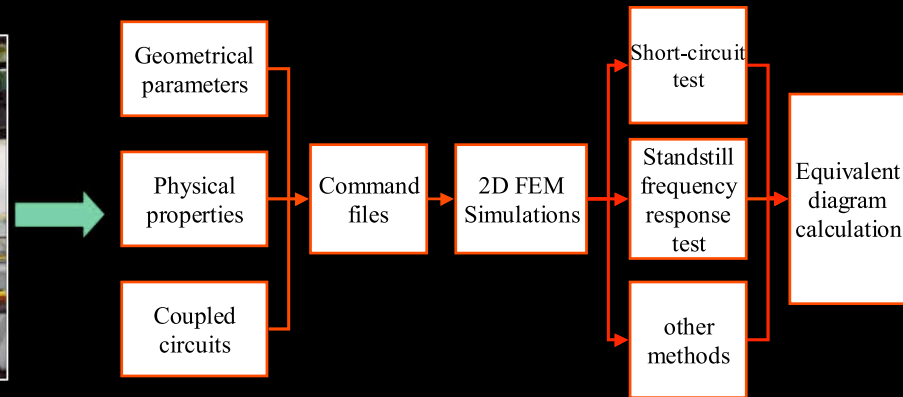


Digital test platform for large power electrical machines

DIGITAL TEST PLATFORM FOR LARGE POWER ELECTRICAL MACHINES INSTEAD OF A CLASSICAL ONE



classical



digital

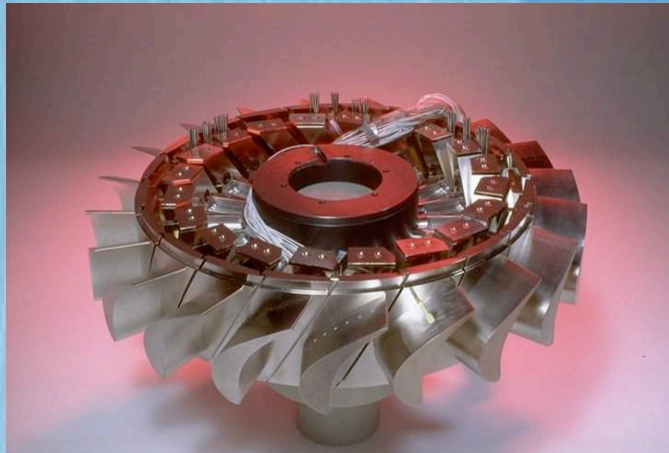
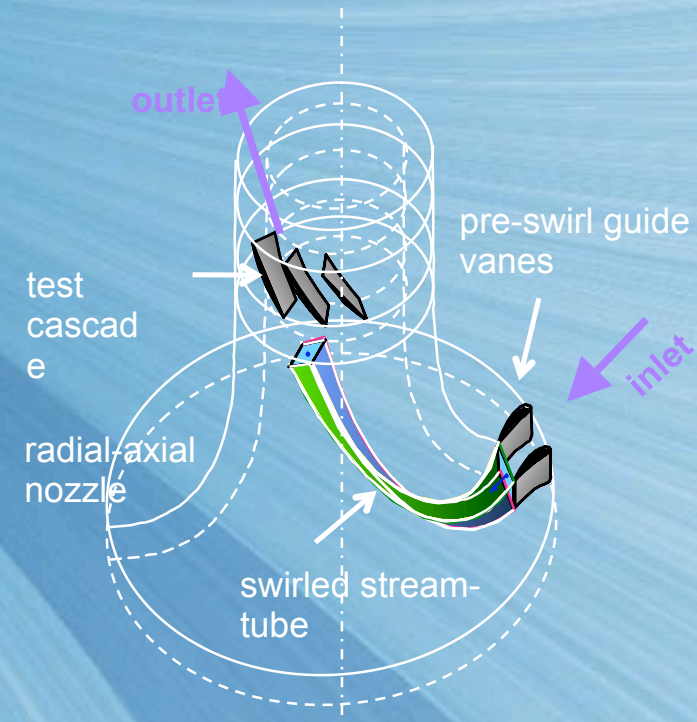
Advantages: no cost, no risk, no limit, at least same precision,
useful also as a design and optimization tool

C. Ramirez Dr M.Tu Xuan Prof. J.-J. Simond STI / ISE / LME
D. Schafer, Dr C.-E. Stephan / ALSTOM
ALSTOM – CTI – CREE / RDP project

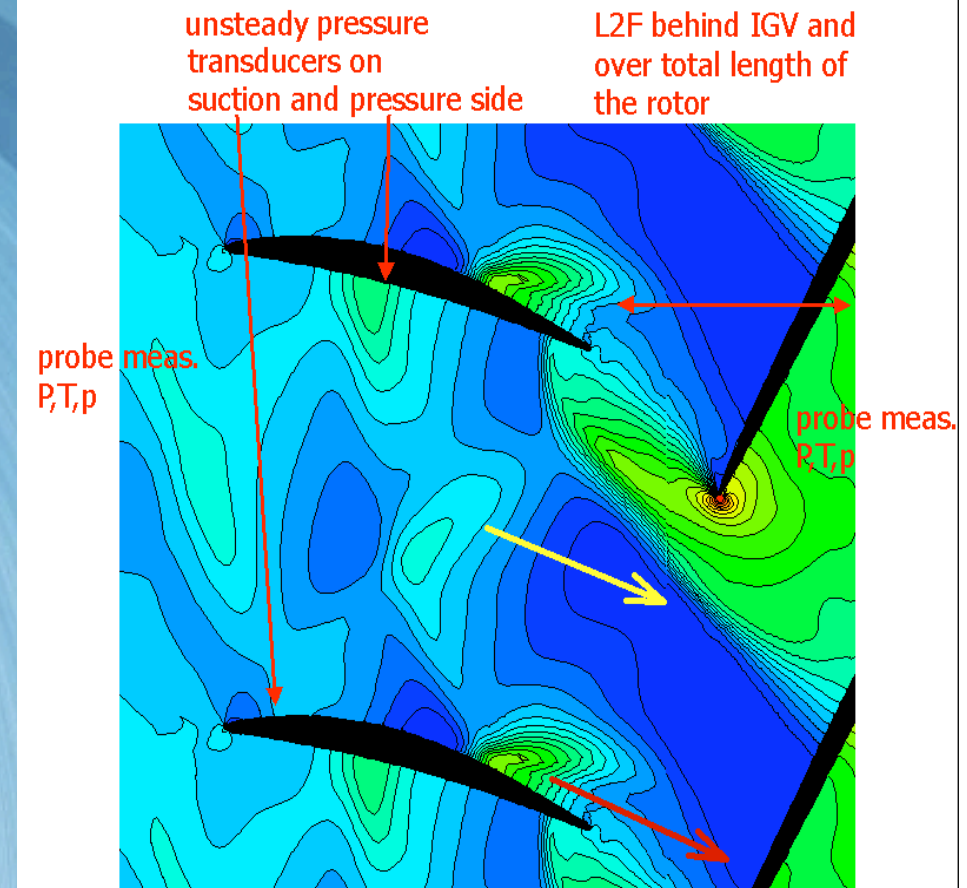
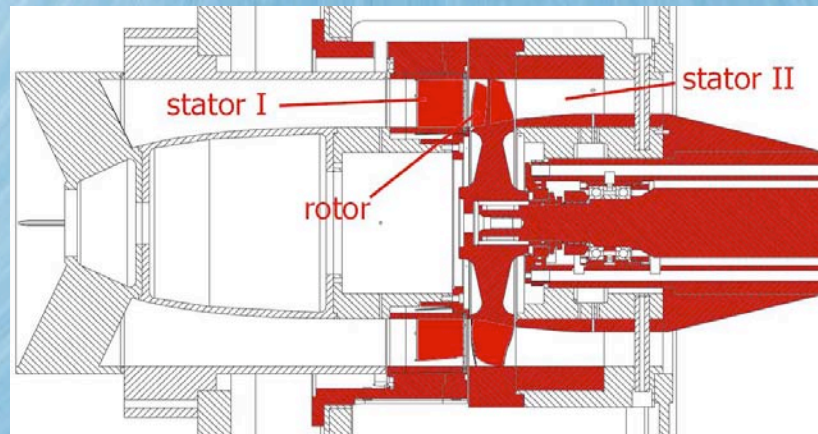
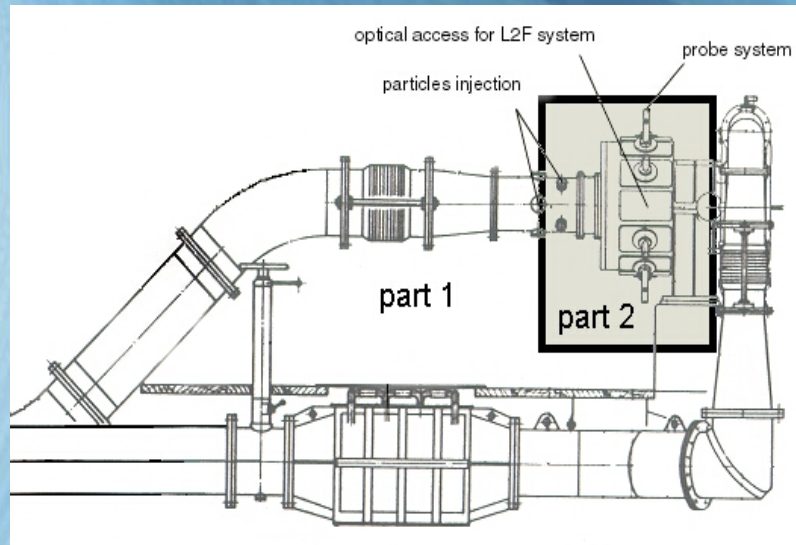


Turbomachines thermiques (ISE-LTT): Tuyère transsonique annulaire unique au monde

- Aeroelastic testing of turbines/compressors
- Sub-, trans- and supersonic flow regimes
- Gust generator
- High speed data acquisition system

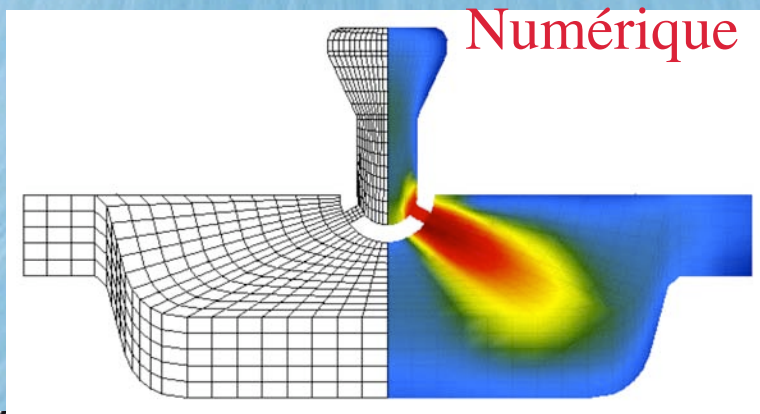
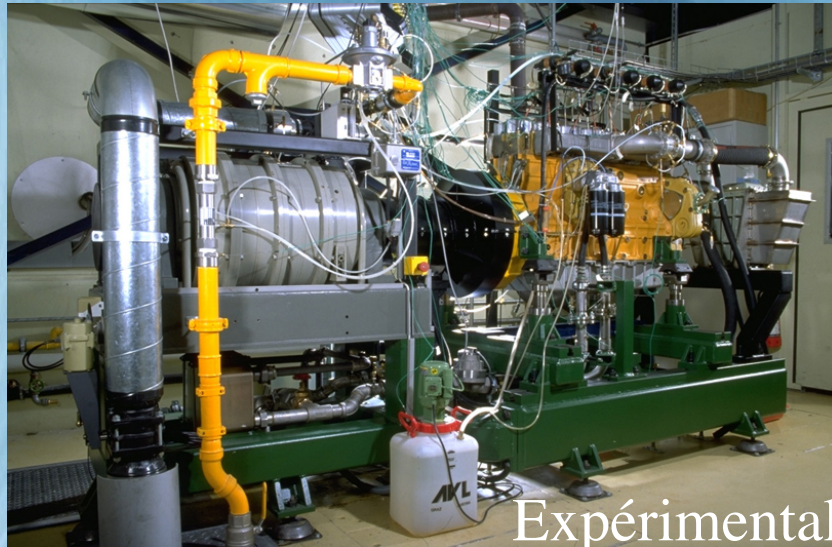


Interactions inter-aubes en compresseur transsonique

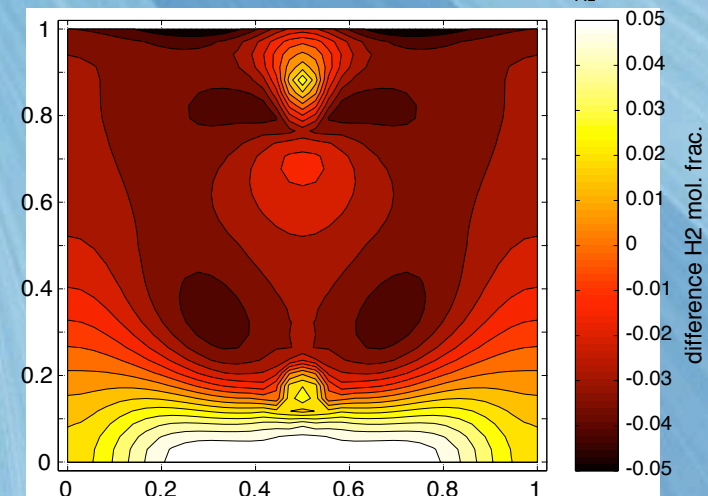
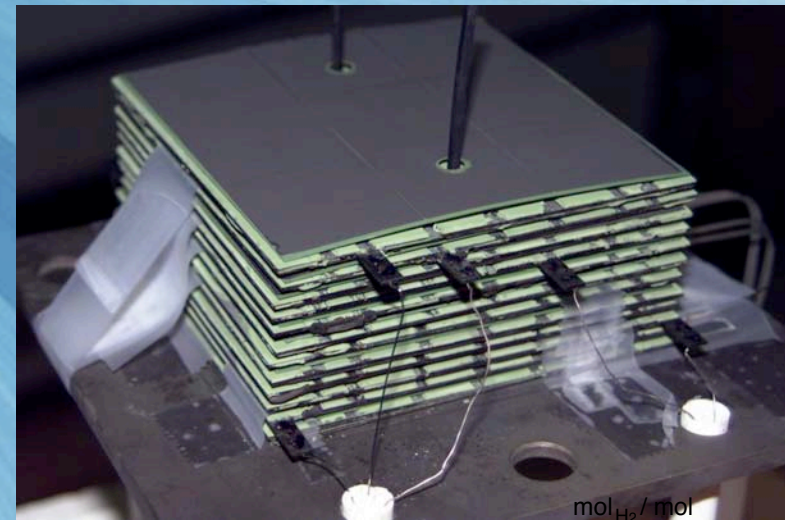


Cogénération d'électricité et de chaleur (ISE-LENI-LEI, SB-GGEC)

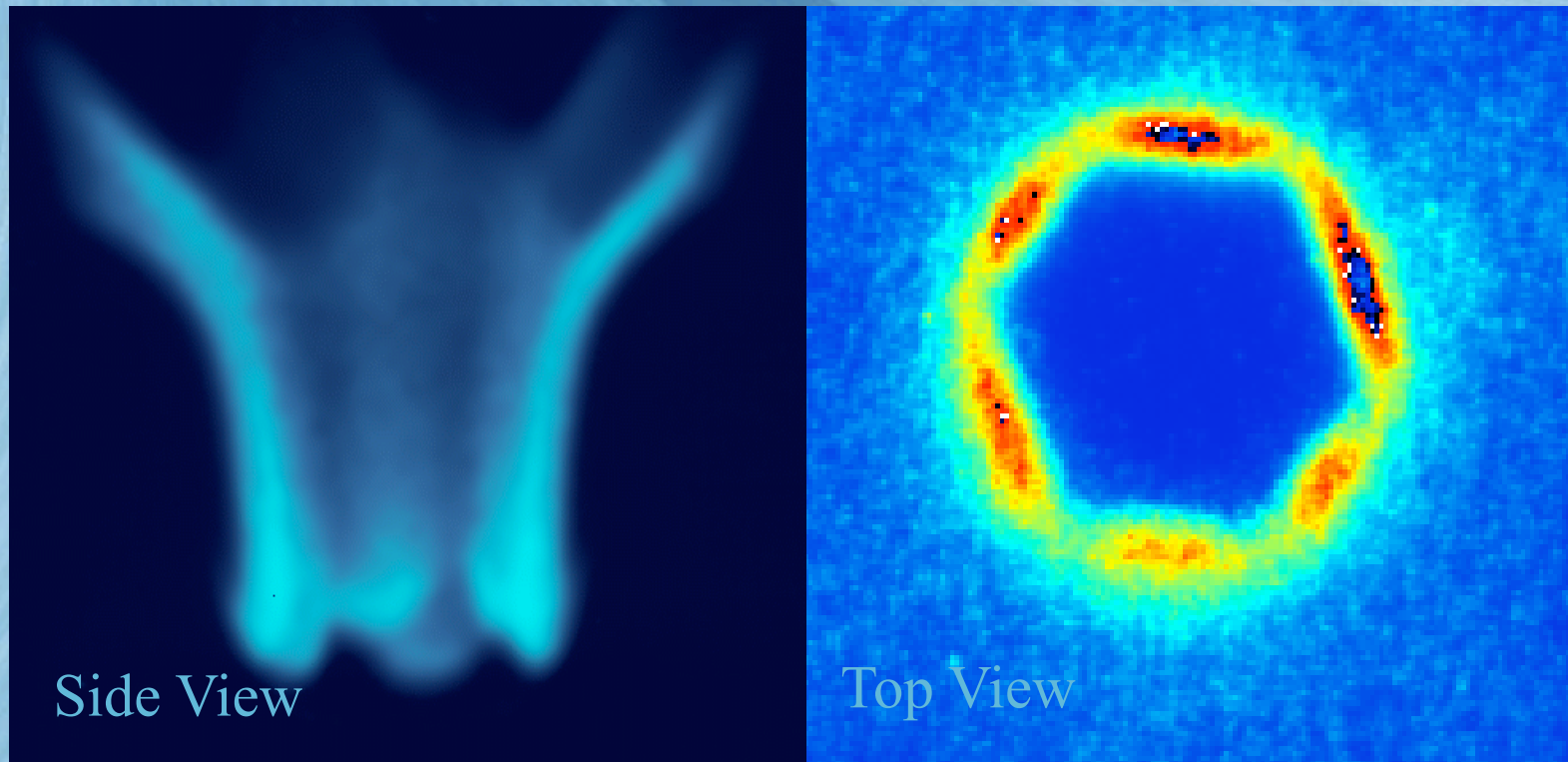
Moteur à (Bio)gas



Piles à combustible



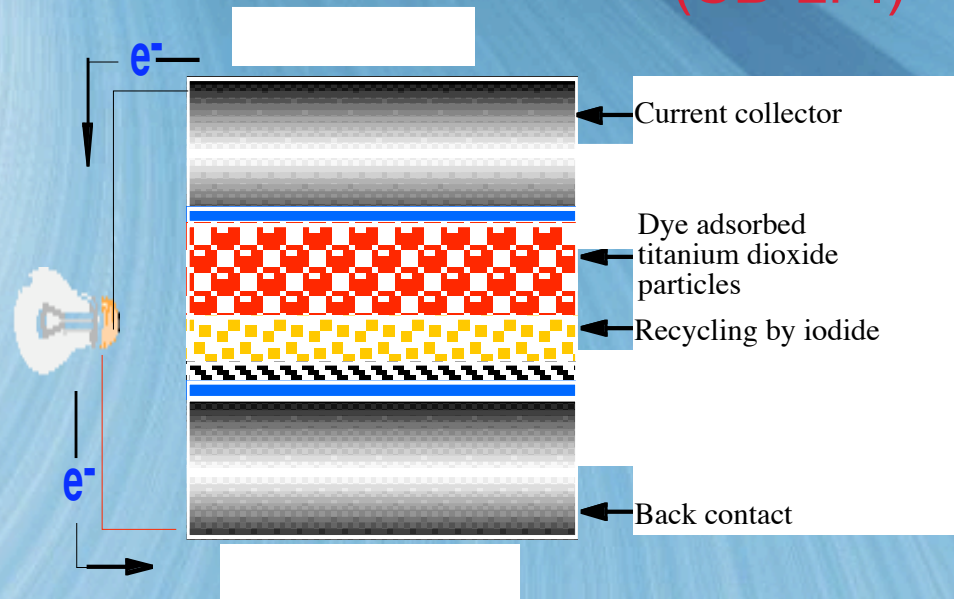
Combustion: Exemple de flamme axisymétrique cellulaire en mélange très pauvre (ISE-LMF)



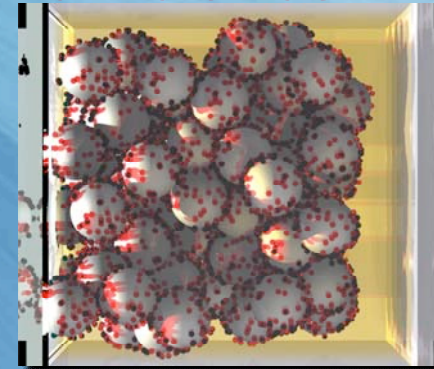
Generation d'électricité à l'aide de cellules solaires à colorant

Principe

(SB-LPI)



Dye covered porous titanium dioxide



China



Australia

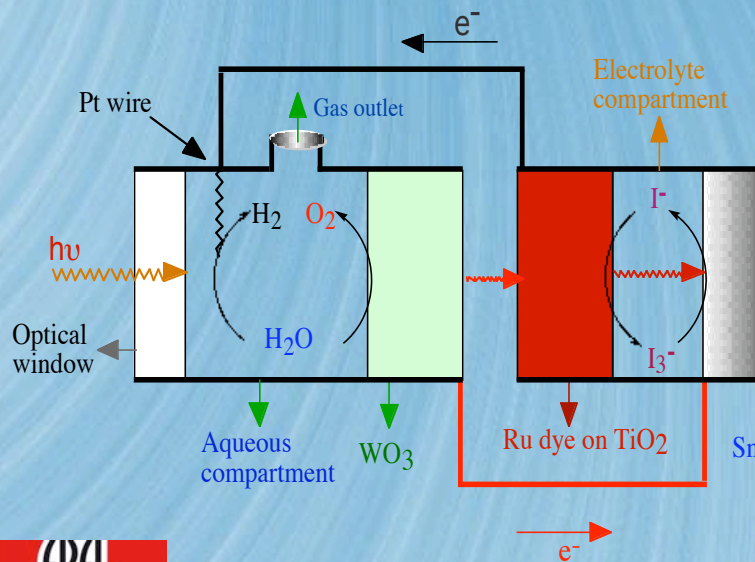


Japan

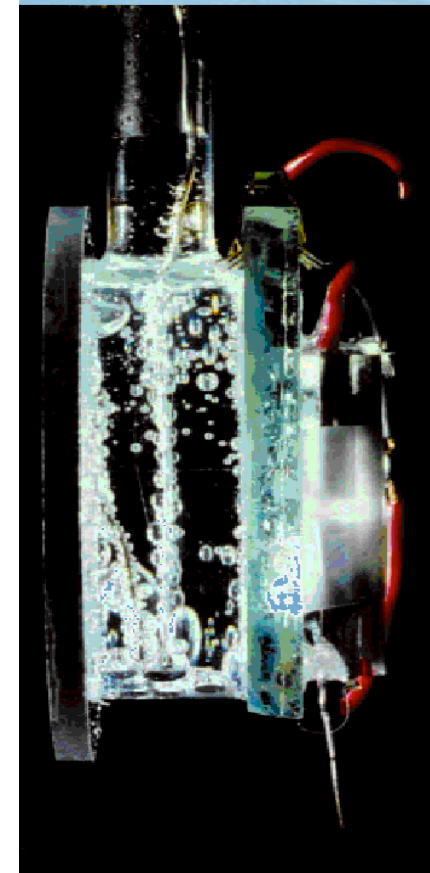
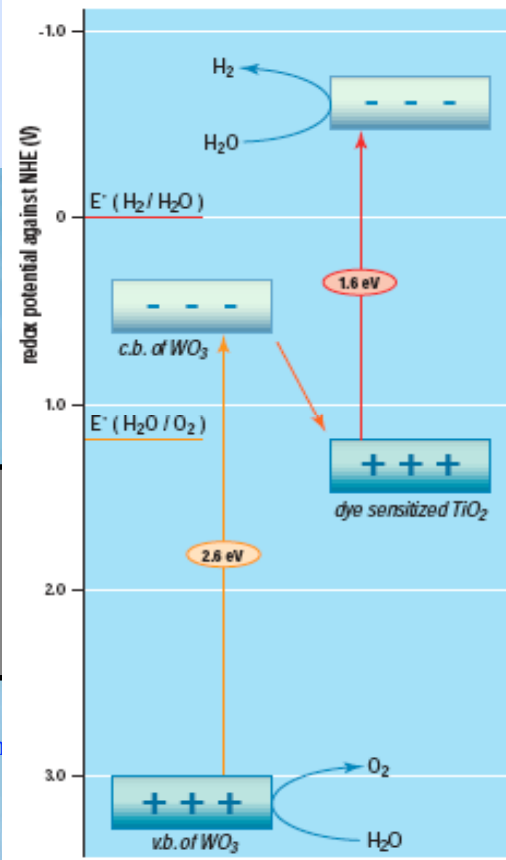
Generation d'hydrogène par séparation de l'eau sous rayonnement solaire

(SB-LPI)

Circuit diagram of the tandem cell for water photolysis

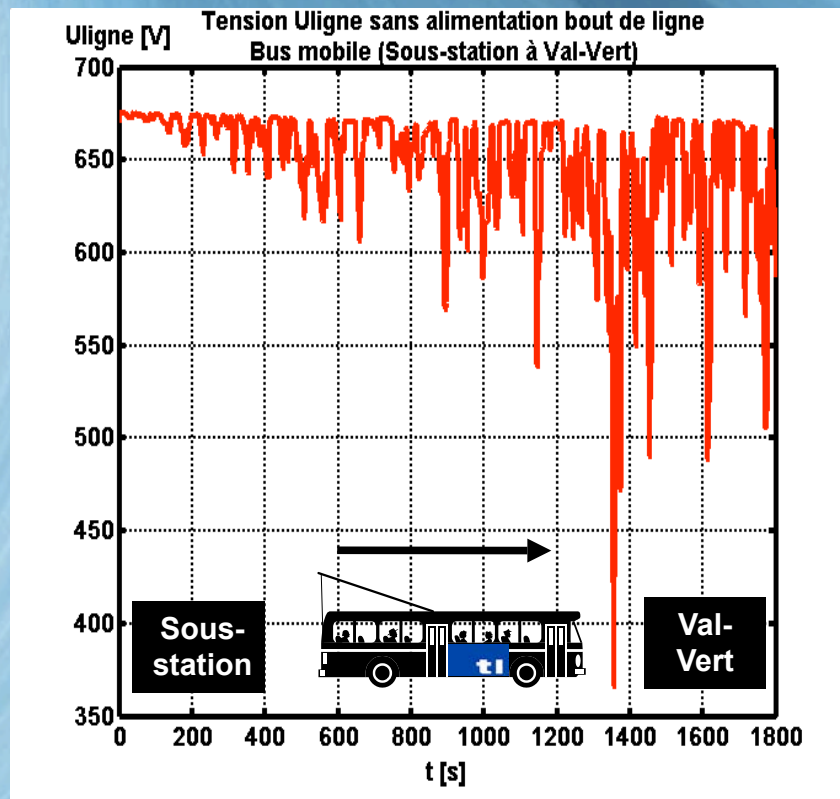


The Z scheme of biphotonic water photolysis



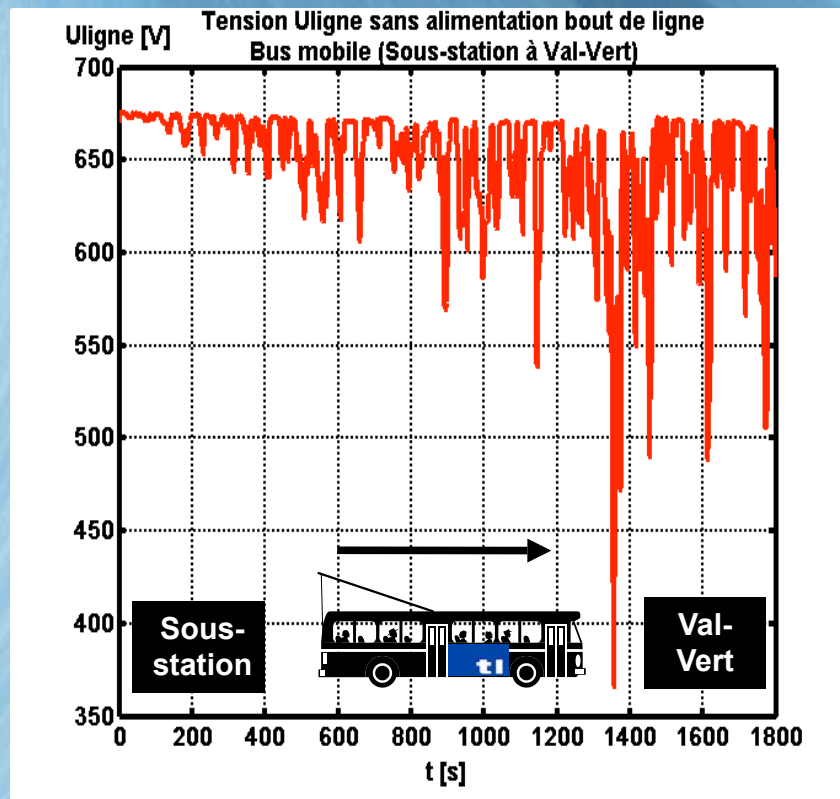
Contribution au transport

Stockage électrique au moyen de supercondensateurs (ISE-LEI)

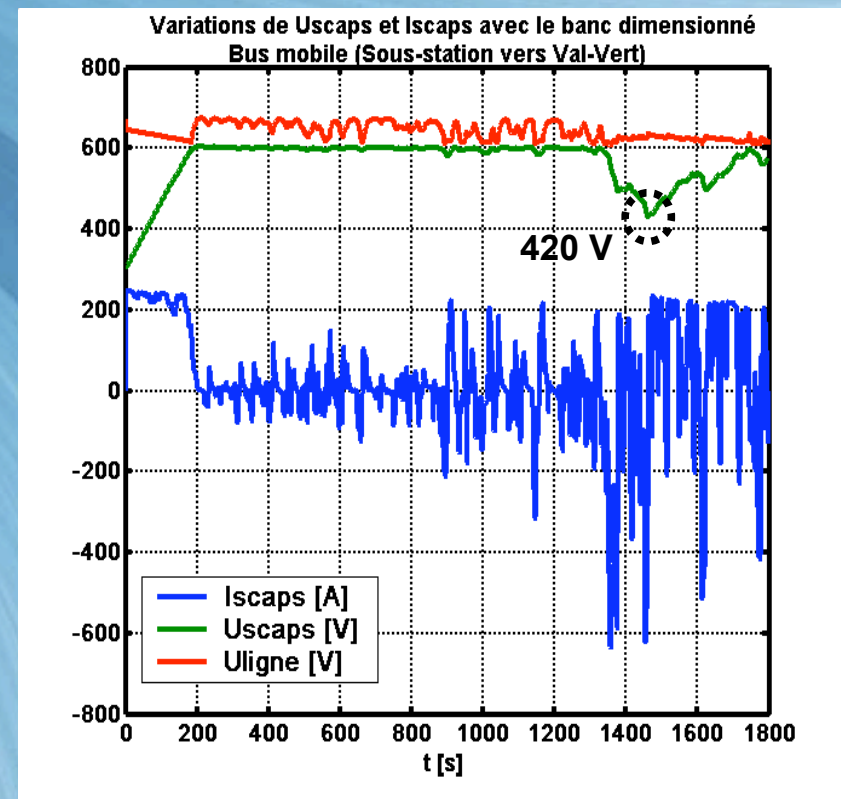


Tension en bout de ligne
sans compensation

Stockage électrique au moyen de supercondensateurs (ISE-LEI)



Tension en bout de ligne
sans compensation

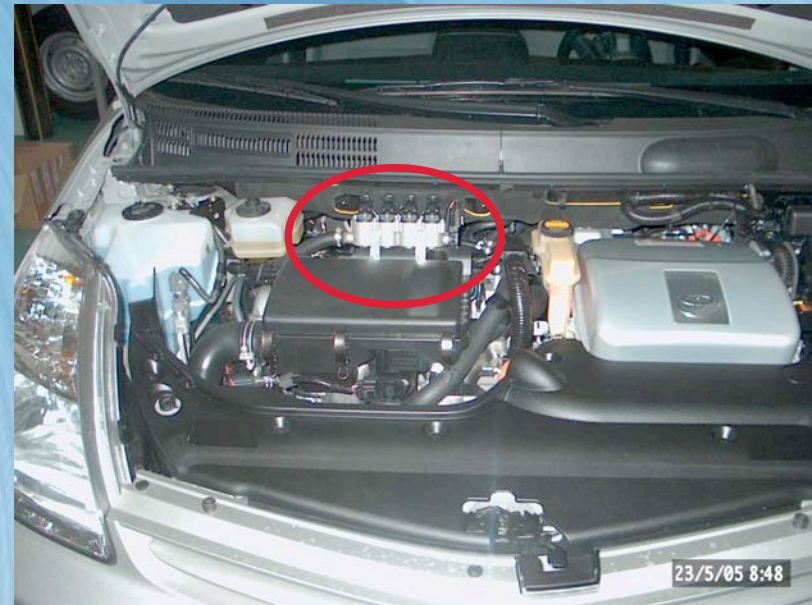


Tension en bout de ligne
avec compensation

Véhicules à gaz (ISE-LENI_LEI)

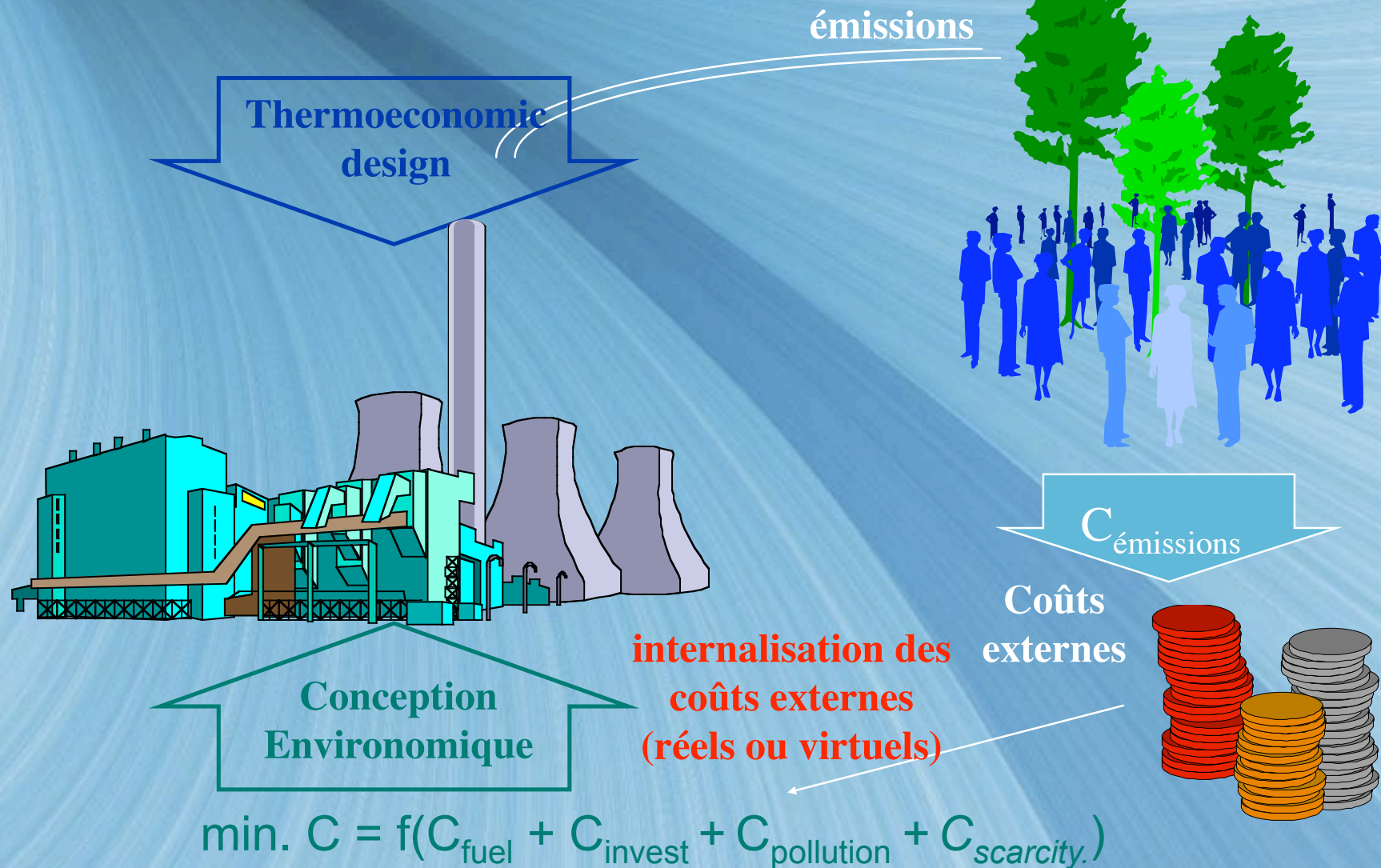
Collaboration avec CICG-Vevey

- ♦ 1994 Première voiture à gaz (GNC) homologuée en Suisse
- ♦ 1999 Injecteur rapide GNC: achat par un des leaders mondiaux d'équipement au GNC
- ♦ 2005 Les mêmes injecteurs installés sur une voiture hybride Prius GNC

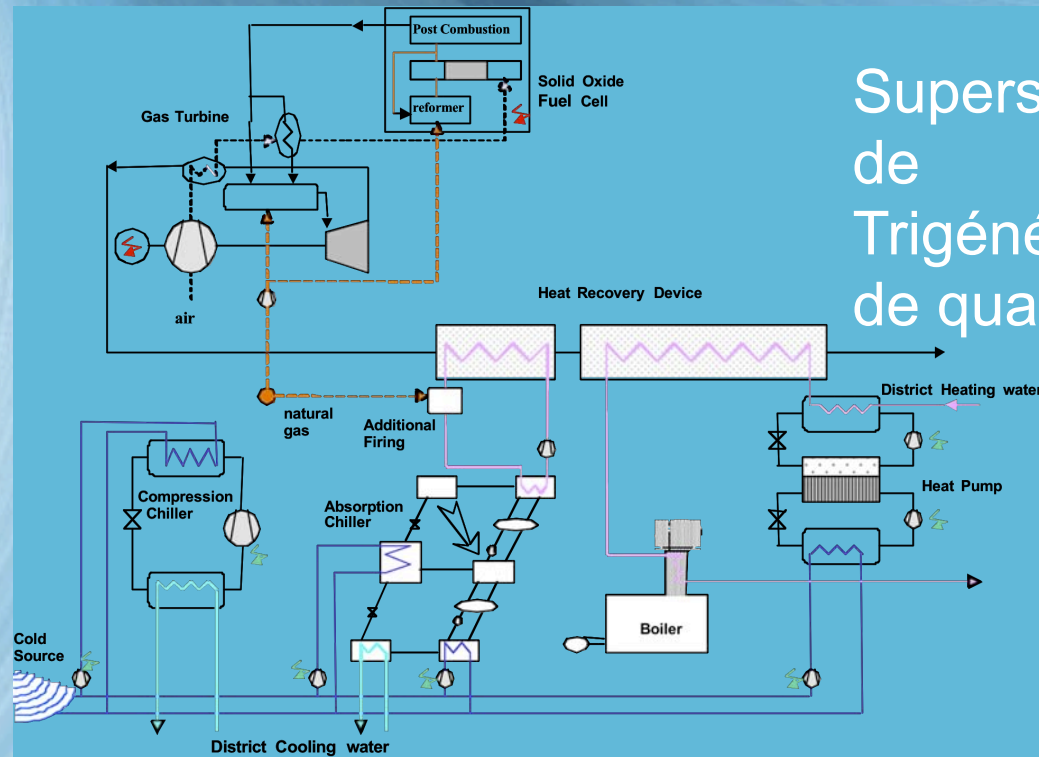


Approches systémiques

Conception et planification optimale tenant compte des facteurs énergétiques, environnementaux & économiques



Conception et planification optimale tenant compte des facteurs énergétiques, environnementaux & économiques



émissions

Superstructure
de
Trigénération
de quartier



$C_{\text{émissions}}$

Coûts
externes



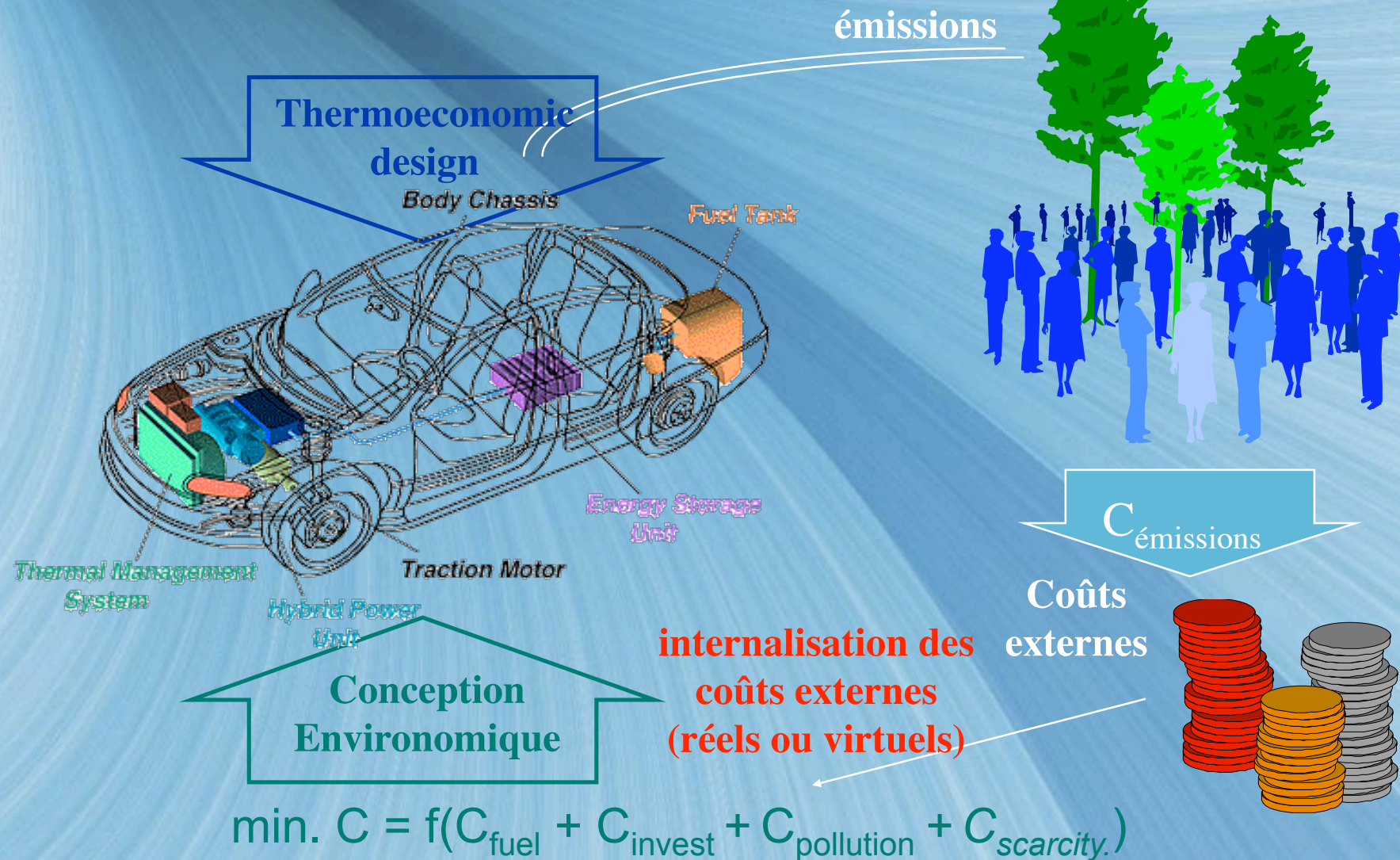
internalisation des
coûts externes
(réels ou virtuels)

Conception
Environomique

$$\min. C = f(C_{\text{fuel}} + C_{\text{invest}} + C_{\text{pollution}} + C_{\text{scarcity}}.)$$

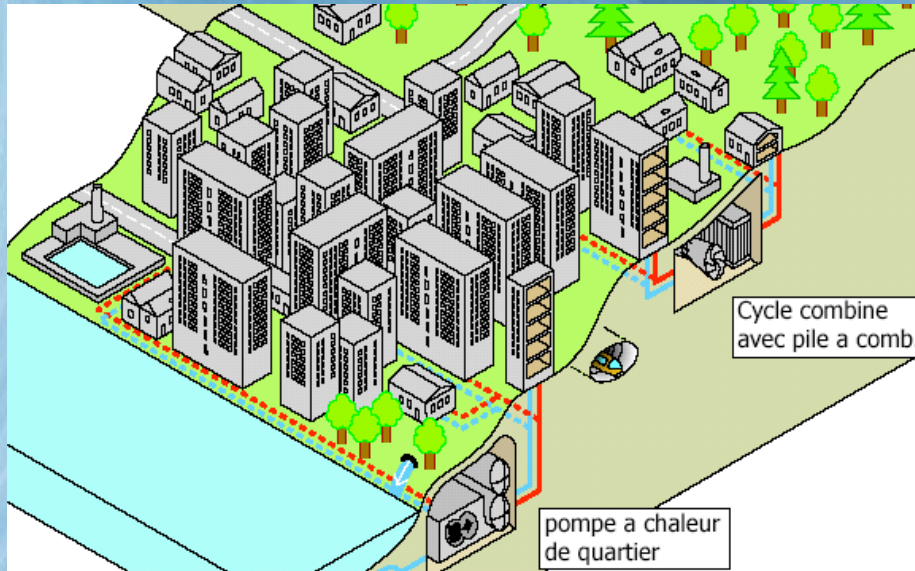
Optimisation Mono- ou Multiobjectifs

Conception et planification optimale tenant compte des facteurs énergétiques, environnementaux & économiques



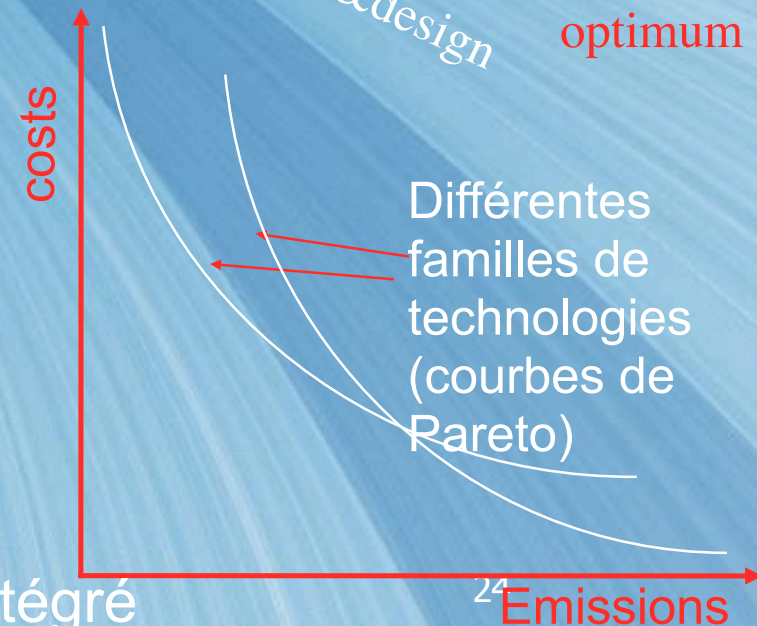
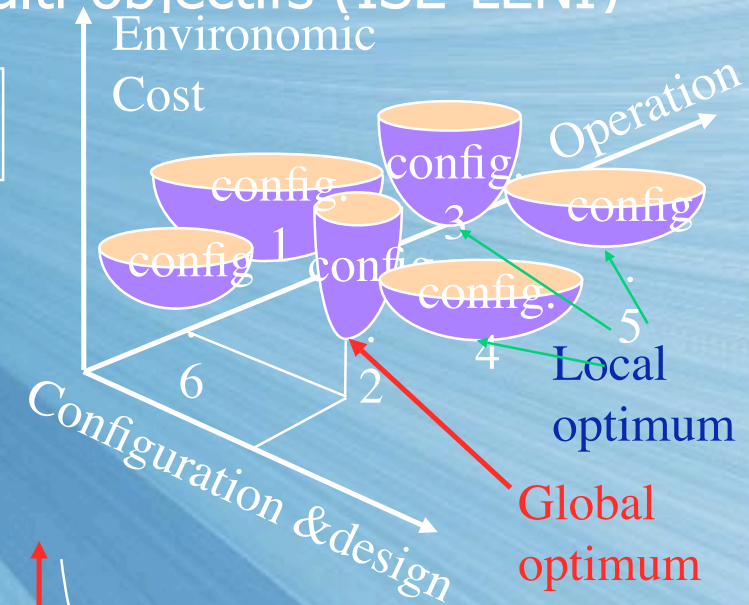
Analyses systémiques: Optimisation environnementale (mono- ou multi-objectifs (ISE-LENI))

$$\min. C_{\text{énergie.}} = f(C_{\text{fuel}} + C_{\text{capital}} + C_{\text{pollution}})$$



$$\min. C_{\text{énergie.}} = f(C_{\text{fuel}} + C_{\text{capital}})$$

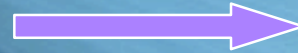
$\min. \text{ Specific pollution}$



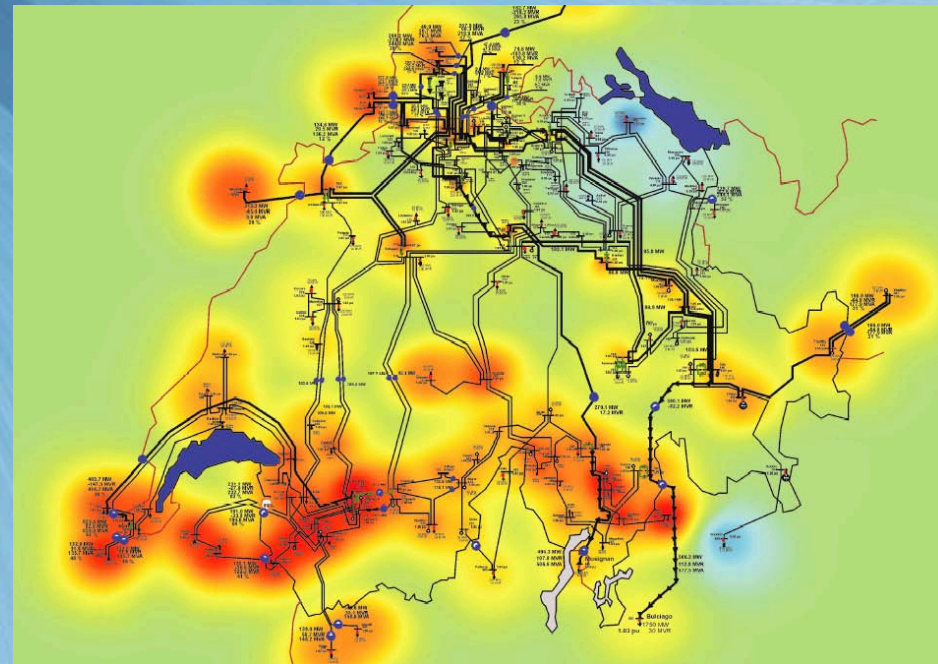
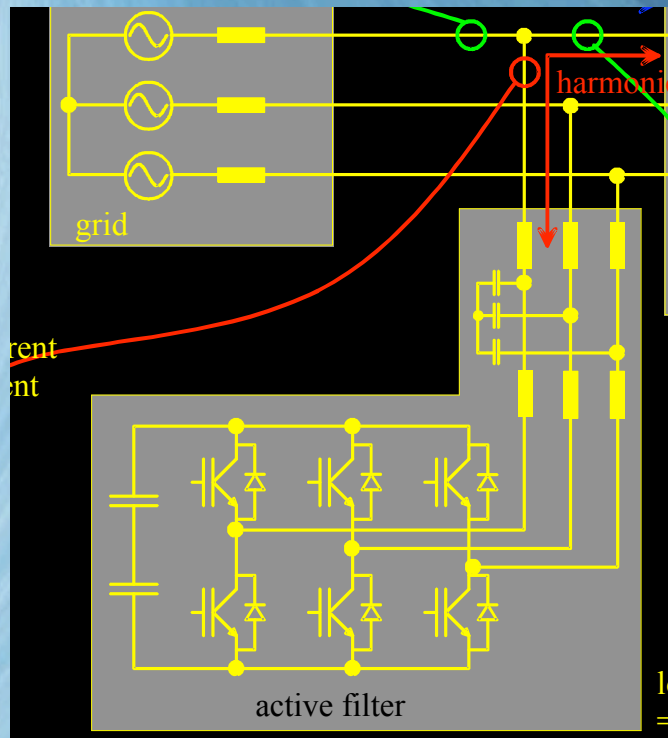
Application à tout système intégré

Analyse systémique

Phénomène ou
composants



Systèmes complexes
et réseaux



Paramètres et complexité

Usage des technologies de l'information: Ex: réseaux neuronaux, etc.

Electricité: ISE-LRE

Thermique: ISE-LENI

Conclusions

- ♦ La solution à la problématique énergétique sera multi-énergies
- ♦ Une utilisation plus rationnelle doit rester un objectif prioritaire (moindre risque).
- ♦ Les approches systémiques doivent être améliorées (systèmes complexes, indicateurs)
- ♦ Le temps presse

L'âge de la pierre ne s'est pas terminé faute de pierres. N'attendons la fin des ressources fossiles pour agir intelligemment